

Anne Paalanen

## **POTILAILLA ILMENNEET SÄTEILYN AIHEUTTAMAT DETERMINISTISET HAIT- TAVAIKUTUKSET**

KUVAILEVA KIRJALLISUUSKATSAUS

# **POTILAILLA ILMENNEET SÄTEILYN AIHEUTTAMAT DETERMINISTISET HAIT- TAVAIKUTUKSET**

KUVAILEVA KIRJALLISUUSKATSAUS

Anne Paalanen  
Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
Ragiografian- ja sädehoidon tutkinto-  
ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Radiografian- ja sädehoidon tutkinto-ohjelma

---

Tekijä: Anne Paalanen

Opinnäytetyön nimi: Potilailla ilmenneet säteilyn aiheuttamat deterministiset haittavaikutukset

Työn ohjaaja: Anja Henner

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018

Sivumäärä: 38 + 2

---

Tämä opinnäytetyö on kuvaileva kirjallisuuskatsaus. Säteilyn käyttöön liittyy aina riskejä ja mahdollisia potilashaittoja voi ilmetä etenkin toimenpideradiologisten ja kardiologisten tutkimusten yhteydessä. Säteilystä voi aiheutua stokastisia tai deterministisiä haittavaikutuksia. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvailla säteilyn aiheuttamia deterministisiä haittavaikutuksia potilaille sekä säteilyannoksia, joilla haittoja on ilmennyt. Tutkimuksen tarkoituksena oli näyttöön perustuvan tiedon avulla kiinnittää huomioita mahdollisuuteen aiheuttaa potilaille deterministisiä haittoja ja sitä kautta edistää säteilyn käytön turvallisuuskulttuuria.

Kirjallisuus katsauksen tiedonhaussa käytettiin Elsevier Science Direct, PubMed, Ebsco, Sage journals ja Biomed central tietokantoja. Hakutulokset karsittiin tutkimuksen nimen, abstraktin ja kokotekstin mukaan. Valittujen artikkelien piti vastata kahteen tutkimuskysymykseen. Kirjallisuuskatsauksen analysoinnissa käytettiin aineistolähtöistä sisältöanalyysiä. Tutkimuksen aineisto oli kuusi alkuperäistutkimusta.

Deterministiset haitat ovat aina yksilön haittoja, jotka ilmenevät yleisemmin varhaisena punoituksena iholla toimenpiteen jälkeen. Deterministisiä potilashaittoja ilmeni toimenpideradiologisissa tutkimuksissa. Potilashaitat olivat väliaikainen hiustenlähtö, akuutti säteilysairaus ja säteilypalo-vamma. Näistä haitoista osa oli vaatinut hoitotoimenpiteitä ja osa oli parantunut itsestään. Potilaiden ihon pinta-annos oli 1.1 Gy-8.43 Gy toimenpiteissä, joissa haitta oli ilmennyt. Osa potilaista oli käynyt useissa läpivalaisutoimenpiteissä ja toisilla yhden läpivalaisutoimenpiteen jälkeen oli tullut deterministisiä haittoja.

Deterministisiä haittoja oli ilmennyt myös kynnyksarvojen alapuolella. Hiusten epilaatioon kynnyksarvo on 3 Gy, kuitenkin potilaalla oli ilmennyt hiusten lähtöä 1,1 Gy:n annoksella 14 päivää aivoverisuonten aneuryzman embolisaation jälkeen. Jatkotutkimusaiheena voisi olla, kuinka paljon deterministisiä haittoja on ilmennyt kynnyksarvon alle olevilla tutkimuksissa.

---

Asiasanat: Deterministinen haitta, säteily, potilas, toimenpideradiologia

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Radiography and Radiation Therapy

---

Author: Anne Paalanen

Title of thesis: Deterministic effects of patients exposed to radiation

Supervisor: Anja Henner

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018      Number of pages: 38+2

---

The thesis is a descriptive literature review. The purpose of this bachelor's thesis was to describe deterministic radiation harms for patient's and radiation doses when harm has occurred. The purpose of study is to gather evidence and to describe the basic information about deterministic patient harm. There are always risks associated with the use of radiation and potential patient harm may occur. The aim of this study was to promote a safety culture in the use of radiation.

The thesis was executed by using methods of describing literature review. Five different database were used in the literature search. The search results were truncated according to the research name, abstract and full text. The selected articles had to answer two research questions. Analysing the literature review was used material-based content analysis. The research material is six original studies.

Deterministic harms are always the harms of the individual, which are more commonly seen as early redness on the skin after the operation. Deterministic patient complications had appeared in interventional radiology and cardiology. Patient's complications were temporary epilation, chronic radiation skin injury and acute radiation syndrome. The patient's skin surface dosage had been 1.1 Gy-8.43 Gy for the measures in which the harm had occurred.

Deterministic harm's had occurred below the threshold values. Further research topic could be, how much deterministic effect's have occurred in the under thresholds levels. Research data can be further used in radiographer education and all so working life.

---

Keywords:

Deterministic effect, radiation, patient, interventional radiology

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	SÄTEILYN AIHEUTTAMAT HAITTAVAIKUTUKSET.....	8
2.1	Henkilökunnan ja väestön annosrajat.....	9
2.2	Poikkeavat tapahtumat säteilyn käytössä.....	10
2.3	Deterministiset haittavaikutukset .....	10
2.4	Säteilyn aiheuttamat stokastiset haittavaikutukset .....	14
3	KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TAVOITTEET JA TUTKIMUSKYSYMYKSET .....	15
4	KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TUTKIMUSMETODOLOGIA.....	16
5	KUVAILEVAN KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TOTEUTTAMINEN .....	17
5.1	Hakustrategia .....	17
5.1	Aineiston analyysi.....	21
6	KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TULOKSET .....	23
6.1	Potilailla ilmenneet deterministiset haittavaikutukset .....	24
6.2	Deterministisiä haittavaikutuksia aiheuttaneet annokset .....	27
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	29
7.1	Johtopäätökset.....	29
7.2	Tulosten tarkastelu .....	29
7.3	Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys .....	32
7.4	Omat oppimiskokemukset .....	33
7.5	Jatkotutkimushaasteet.....	33
	LÄHTEET .....	35
	LIITTEET .....	39

# 1 JOHDANTO

“Suomi on myös Euroopan ikääntynein maa ja elämme historiallista neljän samanaikaisen sukupolven aikaa. Vaikka ikä- ja väestörakenteen muutokseen on varauduttu monella tavalla, edessä oleva nopea muutokausi suurten ikäluokkien tullessa korkeaan ikään vaatii sitä, että yhteiskuntaamme on sopeutettava ja uudistettava koko ajan.” (Työ ja hyvinvoinninlaitos 2016a, viitattu 25.5.2016.)

Sydän- ja verisuonisairaudet ovat suurin yksittäinen kuolemaan johtava sairausryhmä Suomessa. Suomen ikäjakauma ja sydän- ja verisuonisairauksien suuri määrä on saanut aikaan sen, että läpivalaisuohjattuja toimenpiteitä tehdään entistä enemmän. Toimenpideradiologiassa samaa potilasta voidaan kuvata ja hoitaa useita kertoja ja läpivalaisuajat voivat olla pitkiä. Potilaan iholla voi tällöin ilmetä vakavia vammoja. (Ihovahurioita radiologisista toimenpiteistä 1996, 2-6; Työ ja hyvinvoinninlaitos 2006b, viitattu 20.10.2016; Suomen kardiologian seura 2016, viitattu 25.5.2016.)

Säteilyn haittavaikutukset riippuvat säteilylajista, säteilyannoksesta, annosnopeudesta ja annoksen jakautumisesta kudokseen. Kudokseen imeytynyt säteily aiheuttaa muutoksia DNA:ssa ja epigeneettisesti. Säteilyn aiheuttamat riskit jaetaan kahteen ryhmään, stokastisiin eli satunnaisiin vaikutuksiin, sekä deterministisiin eli suoriin vaikutuksiin. Deterministiseen haittaan liittyy aina kynnyisarvo, jonka ylittäessä haitta on varma. Tämä solukuolemasta johtuva deterministinen haitta voi ilmetä pitkän ajan kuluessa altistuksesta. Yleisimpiä deterministisiä haittoja ovat eriasteiset ihovahuriot. (Säteilyn terveysvaikutukset 2007, viitattu 10.9.2016.)

Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA, International Atomic Energy Agency) mukaan deterministisiä ihovahurioita raportoidaan entistä useammin toimenpideradiologiassa. Tietokonetomografiatutkimuksissa deterministisiä haittoja on raportoitu, mutta ne ovat kuitenkin harvinaisempia. Osa näistä vaurioista olisi vältetty oikealla tekniikalla. Säteilyn käyttäjien on tunnettava keinot, miten deterministisiä vaurioita voidaan ehkäistä sekä tunnistaa riskialttiit tutkimukset. Tämän vuoksi asian tutkiminen on ajankohtaista, jotta saamme uusinta tutkittua tietoa deterministisistä haitoista. (Technical Meeting on Preventing Unintended and Accidental Medical Exposures in Radiology 2017, viitattu 11.4.2017.)

Tämän kuvailevan kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on kuvailla säteilyn aiheuttamia deterministisiä potilashaittoja sekä säteilyannoksia, joilla niitä oli ilmennyt kuvantamistutkimuksissa ja toimenpideradiologiassa. Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on edistää säteilynkäytön turvallisuuskulttuuria. Saatuja tietoja voidaan käyttää muistuttamaan säteilyyn liittyvistä haittavaikutuksista koulu- ja työelämässä.

## 2 SÄTEILYN AIHEUTTAMAT HAITTAVAIKUTUKSET

Kaikkea toimintaamme työssämme röntgenhoitajina ohjaavat useat lait ja ohjeet. Ne antavat hyvän pohjan potilastyöskentelyyn ja potilasohjaukseen. Röntgenhoitajan eettisissä ohjeissa keskeisinä periaatteina ovat mm. ihmisarvo, itsemääräämisoikeus, oikeudenmukaisuus, luottamuksellisuus, vastuullisuus, turvallisuus ja korkeatasoinen ammatillinen toiminta. Käytännön työssä eettiset ohjeet auttavat pohtimaan omaa työskentelyä sekä tapoja, kuinka toimimme työssä. Ne myös ohjaavat valintojen tekemistä potilaan hoitoon liittyvissä itsenäisissä päätöksissä. Etiikka tulee konkreettiseksi ja käytännölliseksi, kun on kysymys terveydestä ja sairaudesta, syntymästä ja kuolemasta, hyvästä elämästä sekä ihmisen haavoittuvuudesta ja rajallisuudesta. (Terveystieteiden tutkimuskeskus 2016, viitattu 25.5.2016; Röntgenhoitajan ammattietiikka 2000, viitattu 11.1.2018. )

Terveystieteiden tutkimuskeskusta ohjaavia keskeisiä säännöksiä ovat Suomessa perustuslakiin 731/1999 kirjatut perusoikeudet, laki potilaan asemasta ja oikeuksista 785/1992, laki terveystieteiden tutkimuksen ammattihenkilöistä 559/1994, kansanterveyslaki 66/1972 ja erikoissairaanhoidon laki 1062/1989. Lisäksi monissa muissa säädöksissä on terveystieteiden tutkimusta koskevia normeja. Perusoikeudet ankkuroituvat siihen, että kaikki ihmiset ovat yhdenvertaisia lain edessä (Terveystieteiden tutkimuskeskus 2016, viitattu 25.5.2016). EU:n lainsäädäntö Basic Safety Standard, Neuvoston direktiivi 96/29/EURATOM, jossa huomioidaan, International Commission on Radiological Protectionin (ICRP) suositukset. Nämä EU:n lainsäädännöt huomioidaan Suomen lainsäädännössä.

Säteilynkäyttöä ohjaa, estää ja rajaa Suomessa säteilylaki 27.3.1991/592. Lain tarkoitus on estää ja rajoittaa mahdollisia terveydellisiä haittavaikutuksia, joita säteily voi ihmiselle aiheuttaa. Tämän lisäksi on säteilyasetus, sosiaali- ja terveysministeriön (STM) asetus säteilyn lääketieteellisestä käytöstä ja säteilyturvallisuusohjeet (ST-ohjeet). Vuoden 2018 aikana säteilylainsäädäntö uusitaan vastaamaan 2013/59/EURATOM Direktiivin vaatimuksia.

Säteilynkäytön yleiset periaatteet, milloin säteilyn käyttö on hyväksyttävää, on annettu säteilylain 27.3.1991/592 2§:ssä ”Toiminnalla saavutettava hyöty on suurempi kuin toiminnasta aiheutuva haitta (oikeutusperiaate). Toiminta on siten järjestetty, että siitä aiheutuva terveydelle haitallinen säteilyaltistus pidetään niin alhaisena kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista (optimointiperiaate). Yksilön säteilyaltistus ei ylitä asetuksella vahvistettavia enimmäisarvoja (yksilönsuojaperiaate)”.



Ionisoivaa säteilyä voidaan tuottaa röntgenlaitteilla tai se voi olla peräisin radioaktiivisista aineista. Säteilyn aiheuttamat haitat ovat riippuvaisia säteilyannoksesta, annosnopeudesta eli kuinka suuren annoksen säteilyä ihminen on saanut tiedetyssä ajassa ja annoksen jakautumisesta kudokseen eli onko säteily jakautunut koko keholle vai pienelle alueelle. Säteilyä ei voi aistia, joten mikään ei varoita säteilyaltistuksesta. Säteily voi aiheuttaa DNA-molekyylissä rakenteen rikkoutumista eli DNA-molekyylin katkoksen tai jopa hajoamista. (Säteilyn terveysvaikutukset 2009, viitattu 14.12.2017.)

Säteilyn aiheuttamat riskit jaetaan kahteen ryhmään, stokastisiin eli satunnaisiin ja deterministisiin eli suoriin vaikutuksiin. Suorien haittavaikutusten riskit ovat tutkimustulosten mukaan vaihdelleet vuosien kuluessa. Näin ollen on tärkeää saada ajankohtaista tietoa deterministisistä haitoista (Vano, Miller & Dauer 2013, 118–128).

## 2.1 Henkilökunnan ja väestön annosrajat

Säteilytyöntekijöille ja väestölle on annettu annosrajat, joita sovelletaan suunnitelluissa altistustilanteissa. Nämä annosrajat suojelevat säteilytyöntekijöitä ja väestöä säteilyn haittavaikutuksilta. Vuotuiset annosrajat on annettu ekvivalettiannoksina iholle, käsille, silmille ja jaloille ja sekä koko-kehon efektiivisenä annoksena. Taulukossa yksi on annosrajat suunnitelluissa altistustilanteissa väestölle ja henkilökunnalle. (Säteilynsuojelun perussuositukset 2007, 72–74.)

*TAULUKKO 1. Annosrajat suunnitelluissa säteilylle altistustilanteissa työntekijöille ja väestölle (Säteilynsuojelun perussuositukset 2007, 73)*

Annosraja	Työperäinen altistus	Väestöaltistus
Efektiivinen annos	20 mSv vuodessa	1 mSv vuodessa
<b>Vuotuinen ekvivalenttiansos</b>		
Silmän mykiö	20 mSv	15 mSv
Iho	500 mSv	50 mSv
Kädet ja jalat	500 mSv	-

Kynnysarvoa (annostaso, jonka alapuolella haittaa ei synny) verisuonisairauksiin sydämessä ja aivoissa tutkitaan tällä hetkellä ja sen arvioidaan olevan 0.5 Gy. Kynnysarvoja säteilyn haittoille on muutettu, kun uutta tietoa on saatu säteilyn aiheuttamista haitoista. Silmän mykiön kynnysarvo oli aiemmin 2-5 Gy ja nykyään se on 0,5 Gy. Erityisesti toimenpideradiologien ja toimenpidesalin henkilökunnan olisi tärkeää suojata silmänsä ja aivonsa. Läpivalaisulaitteita käytetään myös kuvantamisyksikköjen ulkopuolella esimerkiksi leikkaussaleissa. Tärkeää on, että kuvantamisyksiköiden ulkopuolella työskentelevä henkilökunta tiedostaa säteilyyn liittyvät riskit. (Vano, Miller & Dauer 2013, 123.)

## **2.2 Poikkeavat tapahtumat säteilyn käytössä**

Säteilyn käytössä poikkeava tapahtuma tarkoittaa tapahtumaa, joka poikkeaa normaalista arjen toiminnasta. Tämän tapahtuman seurauksena turvallisuus on vaarantunut säteilynkäyttöpaikassa tai ympäristössä. Säteilyturvallisuuden kannalta tärkeät havainnot ja tiedot, jotka vaikuttavat potilaan, työntekijän tai ympäristön säteilyaltistukseen voi olla myös poikkeava tapahtuma. Poikkeavat tapahtumat on ilmoitettava säteilyturvakeskukselle 20.12.1991 annetun säteilylain (592/91) säteilyasetuksen 17§:n mukaisesti. Ilmoituksen voi tehdä puhelimella ja kirjallisena jälkikäteen. Poikkeava tapahtumia voivat olla esimerkiksi, normaalista poikkeava säteilyaltistus työntekijöihin tai ulkopuolisiin henkilöihin, suunnittelematon raskaana olevan henkilön säteilyaltistus, erityisen suuri säteilyaltistus, jolloin on mahdollista, että potilaalle aiheutuu deterministinen haitta tai vaurio. Poikkeavia tilanteita varten on oltava työpaikkakohtaiset ohjeet, joiden mukaan toimitaan, kun tilanne havaitaan. (Säteily turvallisuus työpaikalla 2009, viitattu 1.2.2018; Säteilyasetus, viitattu 11.1.2018.)

## **2.3 Deterministiset haittavaikutukset**

Deterministisessä haittavaikutuksessa kyseessä on aina yksilö, joka on altistunut suurelle määrälle säteilyä. Haittavaikutukset voivat ilmetä yhden tai useamman toimenpiteen seurauksena. Deterministisille haittoille on annettu säteilyannoksen kynnysarvot (Taulukko 2). Determinististen haittojen ennaltaehkäisyssä yksilönsuojelu on tärkeää ja haitta voidaan aina yhdistää säteilyaltistukseen. Deterministinen haitta voi ilmetä tuntien tai jopa viikkojen kuluessa säteilylle altistumisesta. Tämän

vuoksi on tärkeää, että kaikki säteilynkäyttö ja potilaan saamat annokset kirjataan tarkasti. Kynnysarvon ylittäessä haitta syntyy varmasti ja haitan vaikeusaste nousee annoksen kasvaessa. (Säteilyn terveysvaikutukset 2009, 2-5.)

Deterministisiä haittoja ilmenee monella erilaisella tavalla. Annosnopeus ja se, onko altistus tapahtunut kokokehölle vai paikallisesti rajattuna ihoon tai johonkin elimeen, vaikuttavat haitta-asteeseen. Säteily sairaus, luuydin- ja suolistovauriot, sydän- ja verisuonisairaudet sekä sädepneumoniitti liittyvät isoihin kokokehon annoksiin. Säteily voi aiheuttaa kynnysarvon ylittyessä iholla punoitusta tai pahimmillaan säteilypalovamman. Ihovauriot ja säteilypalovammat voivat ilmetä viikkojen ja jopa kuukausien päästä altistustilanteesta. Tästä johtuen vammojen tunnistaminen voi olla haastavaa. Säteilyä ei tunne, joten ihminen voi pitää voimakasta säteilylähdettä suoraan kontaktissa ihoon. Jo lyhytaikainen kontakti säteilylähteeseen voi aiheuttaa palovamman. Säteilyannoksen ollessa korkea voi ihovaurio pahentua vielä kuukausien ajan haavaumina ja pahimmillaan ihon kuoliona. (Säteilyn terveysvaikutukset 2009, 2-5; what radiation effects are possible? viitattu 10.4.2017; Paile 2002, 50–52.)

Sukurauhaset kuuluvat säteilylle herkkiin elimistä niin miehillä kuin naisilla. Säteilynhaittana voi ilmetä miehille väliaikainen sterilisaatio, kun 150 mGy kynnysarvon ylittyy. Haitta-aste kasvaa annoksen kasvaessa ja noin kuuden Grayn annos aiheuttaa miehillä pysyvän sterilisaation. Naisilla haitan-aste riippuu iästä. Nuorilla naisilla 10 Gy annos aiheuttaa sterilitettä, kun 40-vuotiaalle noin kolmen Grayn annos jo aiheuttaa samat oireet. Kuvattaessa raskaana olevaa naista on tärkeää muistaa, että myös sikiö altistuu deterministisille haittavaikutuksille, jos lantion alue altistuu kynnysarvon ylittävästi säteilylle. (Säteilyn terveysvaikutukset 2009, 2-5; what radiation effects are possible? viitattu 10.4.2017; Paile 2002, 50–52).

Determinististen haittojen kynnysarvo kokokehon altistuksessa on noin 0.5 Sievertiä (Sv). Kokokehon annoksen suurentuessa haitan vakavuus kasvaa, neljän Sievertin säteilyannos kokokehölle on henkeä uhkaava. Taulukossa kaksi on kuvattu tiedettyjä kokokehon altistuksen kynnysarvoja. Paikallisesti johonkin kehoon osaan saatu altistus voi olla kymmeniä kertoja isompi ennen kuin haitta ilmenee. (Säteilyn terveysvaikutukset 2009, 4; Paile 2002, 50–52.)

TAULUKKO 2. Deterministisen haitan kynnsarvoja koko kehon altistuksessa (Säteilyn terveysvaikutukset 2009,4)

Kokokehoannos	Vaikutus
0,5 Sv	Verenkuvan muutos muutaman päivän sisällä
1 Sv	Pahoinvointia muutaman tunnin sisällä
4 Sv	Hengenvaarallinen annos. Henkilö voidaan pelastaa hyvällä hoidolla
10 Sv	Henkeä ei voida pelastaa hyvälläkään hoidolla

Säteily sairaus syntyy, kun säteilyannos on vähintään yksi sievertti koko keholle lyhyessä ajassa. Alkuoireina voi ilmetä väsymystä, ruokahaluttomuutta, pahoinvointia ja vaikeissa tapauksissa oksentelua sekä lämmön nousua muutaman tunnin kuluttua altistuksesta. Oireet voivat olla epämääräisiä. Mitä suurempi säteilyannos, sitä nopeammin oireet alkavat. Taulukossa kolme on säteily sairauden alkuoireita, joita ilmenee noin puolelle kynnsarvon annoksen saaneista. Koko kehon altistuksen ollessa hengenvaarallinen, pahoinvointia ilmenee aina. Varsinaiset säteily sairauden oireet kehittyvät parissa viikossa. Tällöin luuydin tuhoutuu, jolloin kaikista verisolusta tulee puutos. Suolistoon syntyy haavaumia ja limakalvo vaurioituu. Säteily sairaus on aina hengenvaarallinen tila. Suomessa ei ole koskaan ollut säteily sairastunutta henkilöä. (Säteilyn terveysvaikutukset 2009, 4; Paile 200, 50–52.)

TAULUKKO 3. Säteily sairauden oireita (Paile 2002. 50–52)

Säteilyannos	Oire
1.2 Gy	Ruokahaluttomuus
1.7 Gy	Pahoinvointi
2.1 Gy	Oksennus
2.4 Gy	Ripuli

Säteilyn vaikutukset näkyvät iholla herkästi sen altistuessa säteilylle. Säteilyn vaikutukset iholla eivät ole näkyviä välittömästi altistuksen jälkeen. Varhainen punoitus ilmestyy vuorokauden tai kahden kuluttua. Taulukko neljä havainnollistaa, kuinka pinta-annoksen (Gy) kasvaessa potilaan iholla haittavaikutukset ovat vakavampia säteilyn määrän kasvaessa. IAEA:n suositus on, että potilaalle annetaan lääkärin vastaanotolle kontrolliaika ihovaurioiden tarkastusta varten, kun 3 Gy:n ihoannos ylittyy. Jos kynnsarvon tiedetään ylittävän toimenpiteessä, olisi hyvä informoida asiasta potilaan hoitavaa lääkärää haittojen minimoimiseksi. Yleisin haitta on varhainen punoitus iholla, varhaisen ohimenevän punoituksen kynnsarvo on 2 Gy. Oireet ilmenevät noin vuorokauden kuluttua toimenpiteestä ja paranevat itsestään. (Killewich, Falls, Mastracci & Brown 2011. 13.; Säteilyn terveysvaikutukset 2007, 5.)

*TAULUKKO 4. Kynnsarvoja ihovaurioiden syntymiselle (Killewich ym. 2011,12)*

Pinta-annoksen ollessa potilaan iholla	Gy	Aika toimenpiteestä
Varhainen ohimenevä punoitus	2	24h-48h
Punoitus	10	10–28 päivää
Myöhäinen punoitus	15	10–16 vko
Väliaikainen karvanlähtö	3	3 vko
Pysyvä karvanlähtö	7	3vko
Pigmentaatio	10	1kk
Kuiva hilseily	14	1 vko punoituksen jälkeen
Kostea hilseily	18	1 vko punoituksen jälkeen
Sekundaarinen haavauma	24	Viikkoja tai kuukausia
Myöhäinen ihon kuolio	12	3:sta 4 vuoteen

Ihon kuolio voi ilmetä jopa kolmesta neljään vuoden kuluttua toimenpiteestä. Suuri säteilyannos aiheuttaa ihoalueen verisuonten arpeentumista ja ne voivat mennä kokonaan umpeen. Tästä johtuu, että korkeilla annoksilla uusia haavaumia voi ilmetä vielä kuukausien kuluttua altistus tilanteesta. Myöhäisen ihon kuolion kynnsarvona pidetään 12 Gy:tä. (Killewich, Falls, Mastracci & Brown 2011. 13.; Säteilyn terveysvaikutukset 2007, 5.)

Toimenpideradiologiassa ja neuroradiologiassa kynnysarvot voivat potilailla ylittyä (Vano ym. 2013, 118; Statement on Tissue Reactions 2011, viitattu 11.1.2018). Tsapakin ym. (2009, 559) tutkimuksessa läpivalaisutoimenpiteissä kävi 505 potilasta, joiden PSD (peak skin dose) mitattiin. Näistä potilaista sadalla ylittyi ihovaurioiden kynnysarvo 2 Gy, jonka jälkeen oletettavia deterministisiä haittoja ilmenee. Tutkimuksessa käy ilmi, että koronaari angioplastia toimenpiteissä kehittyvissä maissa 62 %. :ssa tehdyissä toimenpiteissä suositellut annosrajat ylittyvät. Läpivalaisutoimenpiteissä optimointia säteilyannoksiin pitää tehdä, että suositellut annosrajat eivät ylitä. Deterministisen vaurion riski on olemassa toimenpiteissä ja tutkimuksissa joissa säteilyannokset lähentelevät ihovaurioiden kynnysarvoa 2 Gy.

## **2.4 Säteilyn aiheuttamat stokastiset haittavaikutukset**

Stokastisia haittavaikutuksia ovat syöpä, sädekaihi ja säteilyn perinnölliset haitat. Haitan todennäköisyys kasvaa säteilyannoksen kasvaessa, kuitenkin haitta-aste ei kasva annoksen kasvaessa. Säteilysuojelussa tavoitteena on, että säteilyannokset olisivat mahdollisimman pieniä. Silloin syövän ja perinnöllisen haitan riskit ovat mahdollisimman pienet. Säteilysuojelussa on kysymys ennalta ehkäystä säteilyn terveyshaittoja vastaan. Stokastisia haittavaikutuksia syöpää ja perinnöllistä haittaa ehkäistään esimerkiksi ALARA- periaatteella (As Low As Reasonably Achievable) eli säteilyaltistus pyritään pitämään käytännön toimin niin alhaisena kuin se on mahdollista. Stokastiset haittavaikutukset ovat aina tilastollisia haittavaikutuksia, jotka aiheuttaa perimänmuutos yhdessä solussa. Näille haittoille ei ole kynnysarvoa ja ne esiintyvät satunnaisesti. Stokastisia haittoja ei voida yhdistää mihinkään tiettyyn altistukseen tai säteilyannokseen vaan haitta voi tulla ilmi vuosia altistuksen jälkeen. (Säteilyn terveysvaikutukset 2007, 2-11).

### 3 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TAVOITTEET JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvailla säteilyn potilaille aiheuttamia deterministisiä haittoja sekä säteilyannoksia, joilla niitä on ilmennyt.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Millaisia säteilyn aiheuttamia deterministisiä haittoja potilailla on ilmennyt?
2. Millaisilla annoksilla haittoja on ilmennyt?

Tutkimuksen tavoitteena oli edistää säteilyn käytön turvallisuuskultturia. Deterministisiä haittoja ei aina muisteta, joten tutkittua tietoa deterministisistä potilashaitoista tarvitaan muistuttamaan niiden mahdollisuudesta. Näitä tietoja voidaan hyödyntää röntgenhoitajakoulutuksessa ja työelämässä. Henkilökohtaisena tavoitteena oli syventää ammatillista osaamistani röntgenhoitajana ja saada kokemusta kirjallisuuskatsauksen prosessista.

## 4 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TUTKIMUSMETODOLOGIA

Kirjallisuuskatsaus on tutkimuksien tutkimista. Kootaan tehtyjen tutkimuksien tuloksia yhteen ja niiden avulla tehdään johtopäätöksiä. Kirjallisuuskatsaus on metodi ja tutkimustekniikka, jonka avulla voidaan saada vastauksia haluttuihin tutkimuskysymyksiin. Kirjallisuus katsauksen tekemiseen on tarkkoja ohjeita ja metodeja (Salminen 2011, 7). Kirjallisuuskatsaus voi olla itsenäinen tutkimusmenetelmä tai tutkimusmenetelmä empiirisentutkimuksen osana. Kirjallisuuskatsauksia on kolmenlaisia: kuvaileva, systemaattinen ja metatutkimus. Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen lopputulos on laadullinen ja kuvaileva katsaus. (Kangasniemi ym. 2013, 293.)

Kuvailevan kirjallisuus katsauksen vaiheet voidaan jakaa selkeisiin osiin, joiden noudattaminen on tärkeää, jotta luotettavuus ja laatu tutkimuksessa säilyvät koko prosessin ajan. Kangasniemen ym. mukaan kuvaileva kirjallisuuskatsaus on nelivaiheinen prosessi, jonka vaiheet ovat: tutkimuskysymyksen muodostaminen, aineiston valitseminen, kuvailun rakentaminen, tuotetun tuloksen tarkasteleminen. (Kangasniemi ym. 2013, 291 - 292.)

Tutkimuskysymyksen valinta tarkoittaa mitä ollaan tutkimassa, mihin kysymyksiin ollaan vastauksia etsimässä. Tutkimuskysymys on kuvailevan kirjallisuuskatsauksen keskeinen asia ja se ohjaa koko tutkimusprosessia. Tarkasti rajatun ja täsmällisen tutkimuskysymyksen avulla, voidaan ilmiötä tarkastella monista näkökulmista ja mahdollisimman syvällisesti. (Kangasniemi ym. 2013, 293 - 294.)

Tietokantojen valinnassa huomioidaan luotettavuus, saatavuus, sekä aihepiiriltään sopivat tietokannat. Hakutermien valinnassa, sisältö, kieli ja esimerkiksi ajanjakso ovat tutkimuksia pois rajavia seikkoja. Tämän jälkeen artikkeleiden tieteellistä sisältöä arvioidaan kriittisesti, onko artikkelit luotettavia ja tarpeeksi laadukkaita. Hakutuloksien karsiminen tapahtuu seuran avulla, jolloin tarkasti annettujen kriteereiden avulla saadaan jäljelle vain tutkimuksen kannalta oikeat lähteet.

Kirjallisuuskatsauksessa jokainen tutkimus luetaan tarkasti kriteereitä noudattaen. Yksi työn vaihe on kirjallisuuskatsauksen tekeminen, standardoidusti jolloin luotettavuus ja pätevyys säilytetään ja viimeisenä vaiheena tulosten analysointi. (Salminen 2011, 16 -17.)



## 5 KUVAAILEVAN KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TOTEUTTAMINEN

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli kuvailla deterministisiä säteilyn haittavaikutuksia. Lopullinen aiheiston sisältöanalyysi ja raportti työstettiin valmiiksi tammikuussa 2018. Oulun ammattikorkeakoulun kirjaston informaattikkoa on käytetty apuna hakusanojen ja hakutietokantojen valinnoissa.

### 5.1 Hakustrategia

Informaatikon asiantuntemusta hyödyntäen valittiin tietokannat, jotka olivat aihepiiriin sopivimmat, ammatillisesti luotettavat, sekä käytettävissä Oulun ammattikorkeakoulun kirjastojen kautta ilmaiseksi. Suomenkielisiä testihakuja tehtiin tietokantoihin Melinda ja Medic. Aiheesta ei löytynyt suomenkielisiä tutkimuksia. Suomenkieliset tietokannat rajattiin pois kirjallisuuskatsauksesta. Tietokannoiksi valittiin ulkomaalaiset tietokannat Elsevier Science Direct, PubMed, Ebsco, Sage journals, Biomed central.

Hakusanojen ja termien valitsemisessa hyödynnettiin informaatikon asiantuntemusta. Testihakuja tekemällä saatiin tutkittua millä sanoilla ja lausekkeilla saadaan tuloksia hakuihin ja vastauksia tutkimus kysymyksiin. Näin saatiin valikoitua oikeanlaisia hakulauseita. Taulukossa viisi on tietokannoittain kirjallisuushaussa käytetyt hakulauseet. Ulkomaalaiset hakusanat olivat, deterministic, radiation, patient dose, entrance skin dose, interventional. Näistä hakusanoista muodostettiin englanninkieliset hakulausekkeita käyttäen Boolean operaattoreita AND ja OR. Tiedonhaussa sanoja katkaistiin ja muutettiin, ymmärtämään tietokantojen omia katkaisumerkkejä.

TAULUKKO 5. Kirjallisuuskatsauksessa käytetyt hakulauseet

Tietokanta	Hakulause
Biomed central	radiatio*, deterministi*, injurie*
Ebsco	radiation injuries AND deterministic OR harm AND radiation
Elsevier Sciense Direct	(radiation,deterministic effect,) and (patient dose,entrance skin dose, interventional, radiation injuries)
Sage Journals	deterministic AND radiation AND radiation combined
Pubmed	deterministic AND radiation AND patient

Mukaan otettavia tutkimusartikkeleja rajataan sisäänotto- ja poissulkukriteereillä, joiden avulla voidaan rajata mukaan artikkelit kielen ja julkaisuajankohdan mukaan (Salminen 2011, 10). Tutkimusten pitää vastata tutkimuskysymyksiin, joiden perusteella taulukossa kuusi esitetyt kirjallisuuskatsauksen sisäänotto ja poissulkukriteerit tehtiin. Aiheen piti käsitellä determinististä haittaa säteilytutkimuksesta tai toimenpiteessä potilaalle. Artikkelissa tuli käydä ilmi, miten haitta on ilmennyt, missä tutkimuksessa tai toimenpiteessä ja minkälaisia säteilyannokset olivat. Tutkimuksen julkaisukielen oli oltava englanti ja julkaisu vuosi 2007 ja uudempi, jolloin saatiin rajattua hakua ajankohdaksi tutkimuksiin. Taulukossa kuusi on kirjallisuuskatsauksen sisäänotto- ja poissulkukriteerit lueteltuina.

TAULUKKO 6. Sisäänotto-ja poissulkukriteerit

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Englanninkielin	Ei ole tutkimus tai tieteellinen artikkeli
Käsittelee determinististä haittaa	Käsittelee sädehoidossa ilmennyttä haittaa
Julkaistu vuoden 2007 jälkeen	Ei ole saataville kokonaisena
Läpivalaisu, TT, tutkimus- tai toimenpiteen potilas haitta	Julkaistu ennen vuotta 2007 Kirjallisuuskatsaus Maksullinen artikkeli

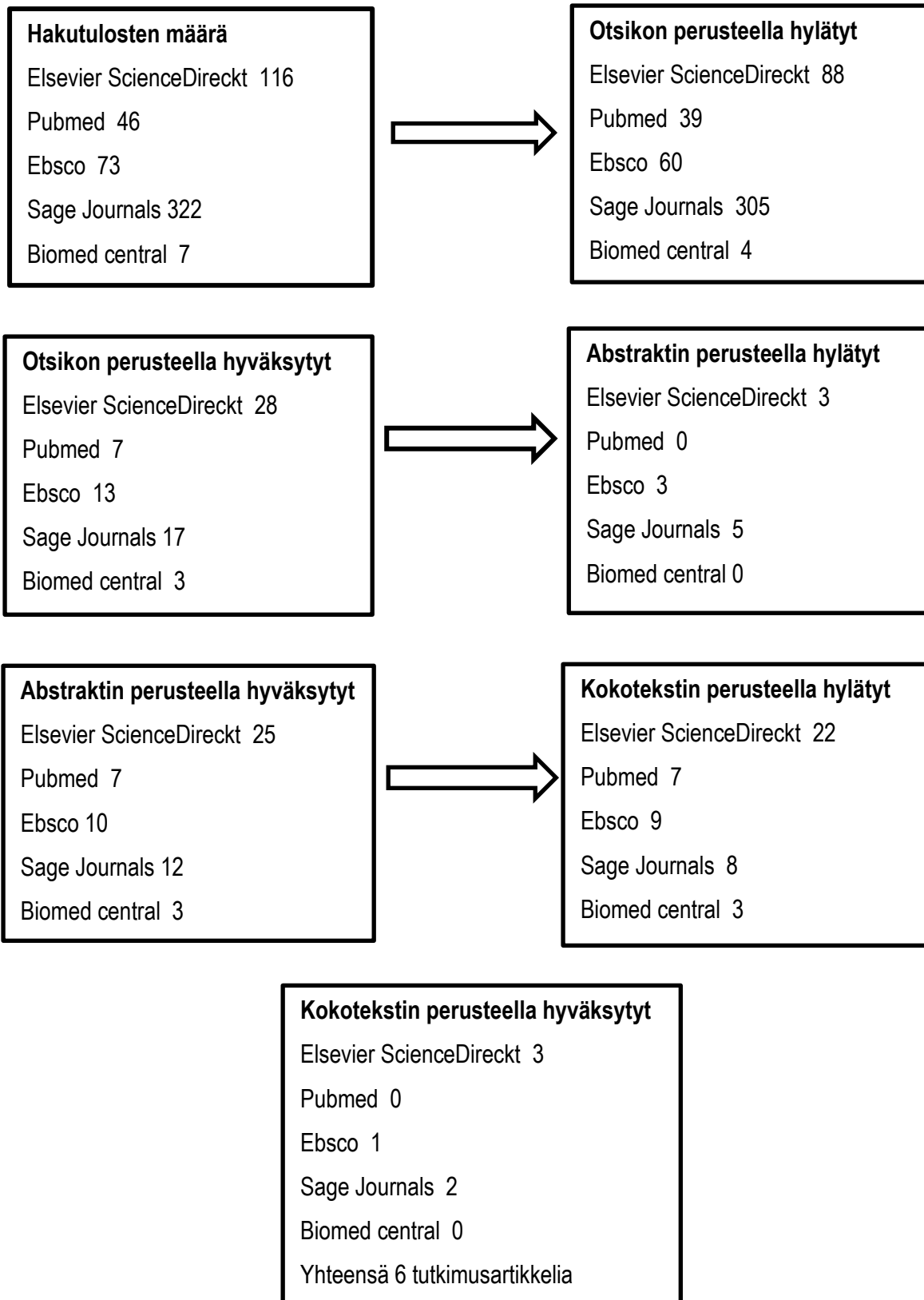
Kirjallisuushakua tehtäessä käytettiin suodattamia tietokannoissa. Näin saatiin rajattua hakua haittuihin tutkimuksiin. Tutkimuksien oli oltava ilmaisia, kokonaan saatavilla, vuoden 2007 jälkeen julkaistu. Taulukossa seitsemän on lueteltu hakutulosten määrät tietokannoittain.

*TAULUKKO 7. Hakutulokset tietokannoittain*

Tietokanta	Hakutulosten määrä
Elsevier Scisearch Direct	116
PubMed	46
Ebsco	73
Sage Journals	322
Biomed central	7
yhteensä	564

Artikkelit karsittiin valintakriteereiden mukaisesti. Hakutuloksena saatiin yhteensä 564 tutkimusta. Ensimmäisessä vaiheessa tutkimusten otsikot luettiin, jolloin 496 artikkelia ei vastannut tutkimus aiheeseen. Toisessa vaiheessa luettiin 68 tutkimuksen abstraktit. Tutkimuksista 11kpl, jotka eivät vastanneet tutkimuksen aihetta, hylättiin. Karsiutumisen syitä oli muun muassa: ei kokonainen tutkimus, maksullinen tutkimus, kyseessä ei ollut potilashaikka. Kolmannessa vaiheessa 57 tutkimusta luettiin kokonaan useampia kertoja. Koko artikkelin tekstin perusteella karsiutui pois artikkelit, jotka eivät vastanneet tutkimuskysymyksiin. Hylätyissä tutkimuksissa potilaalle ei haittoja ollut ilmennyt tai tutkimus käsitteli stokastisia haittoja. Karsinnan jälkeen kuusi artikkelia vastasi kaikkiin tutkimuskysymyksiin ja hakukriteereihin. Tutkimuksen haku- ja valintaprosessia kuvaa kuvio yksi.

Alkuperäisartikkelit taulukoidaan tutkimussuunnitelman mukaisesti joka helpottaa aineistojen analyysia. Aineistojen kuvailussa, kriittisesti analysoidaan ja yhdistetään aineistojen sisältöä. Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimuskysymykset ohjaavat sisältöanalyysin etenemistä. (Kangasniemi ym. 2013. 291 - 294.)



KUVIO 1. Haku- ja valintaprosessin tietokantakohtainen kuvaus

## 5.1 Aineiston analyysi

Tutkimuskysymyksien mukaan on tarkoitus tuottaa uutta tietoa jäsentämällä ja yhdistelemällä, analysoimalla ja valitusta aineistosta luodaan jäsennelty uusi kokonaisuus. Aineistot voidaan jakaa erilaisiin taulukoihin, ryhmiin tai kategorioihin, joka helpottaa aineistojen sisällönanalyysin tekemistä. Aineiston perusteella voidaan jaotella alakategorioita jotka muodostuvat aineistojen sisällön perusteella. Taulukointi tuo luotettavuutta tutkimuksille. Analysoimalla aineistoa vastataan tutkimuskysymyksiin, joka johtaa uuden tulkinnan syntymiseen. Tämä ei tarkoita sitä, että alkuperäistä tietoa muutetaan, tiivistetään, referoidaan, siteerataan tai raportoidaan. (Kangasniemi ym. 2012, 291–294.)

Tässä kirjallisuuskatsauksessa käytettiin aineistolähtöistä sisältöanalyysiä, jota ohjasivat tutkimuskysymykset. Tämän kuvailevan kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymykset ovat: millaisia säteilyn aiheuttamia deterministisiä potilas haittoja on ilmennyt ja millaisilla annoksilla haittoja on ilmennyt. Perinteinen aineiston analyysi etsii aineistoista samanlaisuutta ja yhtäläisyyksiä, kun taas uudemmissa laadullisen aineistojen analyysi tavoissa keskitytään aineiston moninaisuuteen ja eroihin. Näin aineiston analyysi on aineistolähtöisempää ja tarkempaa. (Eskola & Suoranta 1998, 4; Kananen 2014, 99–115.)

Aineiston analysoinnissa aineistosta etsitään tutkimuskysymysten kannalta olennainen materiaali. Tämän jälkeen voidaan alkaa tästä eritellystä materiaalista tekemään tulkintaa. Laadullisessa analyysissä ensimmäinen tehtävä on järjestää aineisto, kun se on kerätty. (Eskola & Suoranta 1998, 4; Kananen 2014, 99–115.)

Aineistot järjestettiin, jonka jälkeen tehtiin yhteenveto tutkimusten sisällöstä. Tätä vaihetta helpottivat tutkimuskysymykset, jotka antoivat selvät ”rajat”, joiden mukaan materiaalista etsittiin olennaiset asiat tutkimuksen kannalta. Aineiston lukeminen ja järjestely vaihe on helpompaa, kun on valmiit teemat ja luokittelut, jotka rajaavat analyysin tekemistä. Tässä vaiheessa tutkijan lukiessa aineistoja voi tehdä vääriä tulkintoja, kun ei ole vielä lukenut koko aineistoa ja voi harhaan johtavasti alkaa tehdä ns. vääriä tulkintoja. Tämä voidaan välttää, kun luottaa siihen, että ensimmäinen jäsentely ei ole viimeinen ja analyysi etenee jaksoittain. (Eskola & Suoranta 1998, 4.) Tutkimusaineisto luettiin huolellisesti ja tarkasti läpi useaan kertaan, jonka jälkeen laadittiin taulukko (liite 1),

josta kirjallisuuskatsaukseen valittujen artikkeleiden keskeiset asiat ilmenevät. Tämän jälkeen aineistoa tulkittiin tutkimuskysymyksien ohjaamana, jolloin tutkimuksen kannalta tärkeät asiat luokiteltiin. (ks. Kananen 2014, 99–115)

Aineistojen sisältö luokiteltiin vastaamaan tutkimuskysymysten teemoja. Taulukossa kahdeksan on luokiteltuna kirjallisuuskatsauksen keskeisiä käsitteitä alaluokkiin ja pääluokkiin. Näin saadaan tarkennettua tutkimuksien sisältöä ja tarkasteltua tutkimuksien yhteneväisyyksiä. Kirjallisuuskatsauksen aineistosta pääluokaksi nousi potilaan säteilyaltistus. Josta alaluokat, mikä on potilaan saama pinta-annos; onko kynnysarvoa ylitetty; potilaan kokonaisannos, onko potilas käynyt useampia tutkimuksia vai yhden. Toinen pääluokka oli potilashaitat. Minkälaisia säteilyn aiheuttamia haittoja oli ilmennyt. Mikä oli haitan vakavuus ja kuinka kauan oireita oli ilmennyt. Kolmas pääluokka oli, tutkimukset ja toimenpiteet eli mistä tutkimuksista tai toimenpiteistä deterministisiä haittavaikutuksia oli aiheutunut. Tämän jälkeen aineistoa tulkittiin tutkimuskysymyksien ohjaamana, jolloin saatiin vastauksia asetettuihin tutkimuskysymyksiin. (ks. Eskola & Suoranta 1998, 4.; Kananen 2014, 99–115.)

TAULUKKO 8. Aineiston luokittelu

Alaluokka	Pääluokka
Kynnysarvo alle/ylitys	Potilaan säteilyaltistuksen määrä
PSD	
löpivalaisuaika	
Tutkimusmäärät	
Hiusten epilaatio	Deterministinen haitta
Säteilypalovamma	
Sädesairaus	
haitanvakavuus ja kesto	
Vatsa-aortan aneyrysman hoito	Tutkimukset ja toimenpiteet
Aivoverisuonten aneyrysman hoito	
Sydämen löpivalaisutoimenpide	

## 6 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TULOKSET

Kuvailevan kirjallisuuskatsaukseen valikoidut hakukriteereihin ja tutkimuskysymyksiin vastaavia alkuperäistutkimuksia oli kuusi kappaletta. Tutkimukset ovat englanninkielisiä ja taulukossa yhdeksän on esitelty tutkimuksen tekijät, tutkimuksen nimi, julkaisuvuosi, maa ja julkaisia. Kaikki potilashaitat olivat ilmenneet läpivalaisutoimenpiteiden jälkeen. Potilaille oli ilmennyt haittoja erilaisista tutkimuksista ja toimenpiteistä. Potilaiden säteilyannokset olivat olleet sekä kynnysarvon ylittäviä, että myöskin sen alle.

*TAULUKKO 9. Kirjallisuuskatsauksen alkuperäistutkimukset*

<b>Tutkimuksen tekijät</b>	<b>Tutkimuksen nimi</b>	<b>Julkaisia, vuosi ja maa</b>
Ichiro Hashimoto , Hiromichi Sedo ,Kei Inatsugi, Hideki Nakanishi, Seiji Arase	Severe radiation-induced injury after cardiac catheter ablation: A case re- quiring free anterolateral thigh flap and vastus lateralis muscle flap reconstruction on the upper arm	Japan, 2008, Journal of Plastic , 704–708
Thomas H. Frazier, Jeffrey B. Richardson, Vilma C. Fabre, Jef- frey P. Callen,	Fluoroscopy-Induced Chronic Radiation Skin In- jury A Disease Perhaps Often Overlooked	USA, 2007, Arch Dermatol
Saum A. Rahimi, Brian W. Coyle, Todd R. Vogel, Paul B. Haser, Alan M. Graham	Acute Radiation Syndrome After Endovascular AAA Repair	USA, 2011, Vascular and Endovascular Surgery
Nannapaneni R., Behari S., Men- delow D., Gholkar A	Temporary alopecia after subarachnoid haemorrhage	UK, 2007, Journal of Clini- cal Neuroscience

Moritake T., Hayakawa M., Matsu- maru Y., Takigawa T., Koguchi Y., Miyamoto Y., Mizuno Y., Chida K., Akahane K., Tsuboi K., Sakae T., Sakurai H.	Precise mapping system of entrance skin dose during endovascular embolization for cerebral aneurysm	Japan, 2011, Radiation Measurements
Hayakawa M., Moritake T., Kata- oka F., Takigawa T., Koguchi Y., Miyamoto Y., Akahane K., Matsu- mura Y.	Direct measurement of pa- tients entrance skin dose during neurointerventional procedure to avoid further ra- diation-induced skin injuries	Japan, 2010, Clinical Neu- rology and Neurosurgery

## 6.1 Potilailla ilmenneet deterministiset haittavaikutukset

Tämän kuvailevan kirjallisuuskatsauksen mukaan potilaille on aiheutunut deterministisiä haittavaikutuksia vatsa-aortan aneuryksman (AAA), aivojen verisuonten embolisaatioista (8 potilasta) sekä sydämen tutkimuksista ja hoitotoimenpiteistä. Yhdelle potilaalle oli tehty 12 sydämen läpivalaisu-toimenpidettä- ja tutkimuksista, joista hänelle oli aiheutunut vakavat säteilypalovammat. Sydämen radiotaajuus katetriablaatiohoidoissa (RF-ablaatio) käynyt potilas sai säteilypalovammoja. Yhteen-  
veto annoksista ja toimenpiteistä on esitetty taulukossa yhdeksän. Osalle potilaista oli ilmaantunut haittavaikutuksia, vaikka kynnysarvo ei ylittynyt.

Rahinin ym. (2011,178–180) potilastapauksessa akuutin säteily sairauden oireet ilmaantuivat vatsa-aortan aneuryksman (AAA) stenttigrafi -toimenpiteen jälkeen. Tutkimuksen jälkeen ensimmäi-  
sellä kontrollikäynnillä potilas kertoi lääkärille vatsakivusta, pahoinvoinnista ja ripulista. Mitään se-  
litystä oireille ei löydetty. Toisella kerralla potilaan iholla oli punoitusta (erytrema), jonka jälkeen  
aloitettiin tutkimukset säteilyn määrästä läpivalaisu tutkimuksessa. Potilaalla diagnosoitiin akuutti  
säteily sairaus, josta hän kuitenkin parani täysin.

Moritaken ym. (2011, 2103–2106) tutkimuksessa viidellä potilaalla ilmeni hiuksien epilaatio eli hius-  
ten lähtö noin 14 päivän kuluttua aivojen verisuonten aneuryksman embolisaation jälkeen. Hiukset



kasvoivat takaisin noin kolmen kuukauden kuluttua toimenpiteestä. Viidestä potilaasta yksi oli käynyt aikaisemmin läpivalaisutoimenpiteessä ja neljän potilaan haitat ilmaantuivat yhden toimenpiteen jälkeen.

TAULUKKO 9. Determinististen vauriot ja annokset potilaskohtaisesti

Säteilyannos	Haittavaikutus	Tutkimus/toimenpide	Tekijät
8.43 Gy kokonaisannos 23.935 Gy	Säteilypalovamma	12 sydämentutkimusta	Frazieri ym. (2007)
-	Säteilypalovammat	Sydämen radiotaajuus katetri ablaatiohoito	Hashimoto ym. (2008)
6.8 Gy	Akuutti säteily sairaus	vatsa-aortan aneuryksman stenttigraftin asennus	Rahini ym. (2011)
1.1 Gy alle kynnyksen von 3 Gy	Hiustenlähtö	aivoverisuonten aneuryksman embolisaatio	Moritake ym. (2011)
2.8 Gy alle kynnyksen von 3 Gy	Hiustenlähtö	aivo verisuonten aneuryksman embolisaatio	Moritake ym. (2011)
3.3 Gy	Hiustenlähtö	aivo verisuonten aneuryksman embolisaatio	Moritake ym. (2011)
3,7 Gy	Hiustenlähtö	aivoverisuonten aneuryksman embolisaatio	Moritake ym. (2011)
4.0 Gy	Hiustenlähtö	aivoverisuonten aneuryksman embolisaatio	Moritake ym. (2011)
4.2 Gy toinen kerta 1.0 Gy	Hiustenlähtö	aivoverisuonten aneuryksman embolisaatio	Hayakawa M., ym. (2010)
3.38 Gy	Hiustenlähtö	aivoverisuonten aneuryksman embolisaatio	Nannapaneni ym. (2007)
4.07 Gy	Hiustenlähtö	aivoverisuonten aneuryksman embolisaatio	Nannapaneni ym. (2007)

Nannapaneni ym. (2007, 157–161) tutkimuksessa esiteltiin kaksi potilasta, joilla deterministisiä oireita oli ilmennyt. Ensimmäisellä potilaalla oli noin kuukauden päästä toimenpiteestä väliaikaista hiusten lähtöä (alopecia) takaraivon alueella. Hiukset kasvoivat takaisin kuuden kuukauden kuluttua. Iholla ei ollut punoitusta tai hilseilyä ja pään alueella valtimoissa tuntui hyvin pulssit. Toisessa potilas tapauksessa lääkäri huomasi noin kuukauden kuluttua toimenpiteestä tarkastus käynnillä, että potilaalla oli hiukset lähtenyt takaraivon alueelta. Kuuden kuukauden kuluttua hiukset kasvoivat takaisin.

Hayakawa ym. (2010, 530–536) tutkimuksessa yhdellä potilaalla ilmeni hiusten väliaikainen lähtö takaraivolta aivojen verisuonten embolisaation jälkeen. Oireet ilmaantuivat kaksi viikkoa ensimmäisen toimenpiteen jälkeen. Toisessa toimenpiteessä käytettiin erisuuntia säteilyn käytössä, näin oireet eivät pahentuneet. Hiukset kasvoivat takaisin kolmen kuukauden kuluttua.

Frazierin ym. (2007, 637–640) potilastapauksessa kesti kaksi vuotta, että potilaan oireiden syy alkoi selvitä. Potilaan vasemman lapaluun alueella oli muutos, joka oli, kutiseva, arka, kipeä, luomimainen ja verisuonitettu. Kahden vuoden aikana potilaan oireet muuttuivat jatkuvasti pahemmiksi, alue muuttui kovettuneeksi ja haavaiseksi. Alueelle kehittyi 4.5 cm halkaisijalta oleva syvä haavauma. Vaurioitunut ihoalue jouduttiin poistamaan leikkauksella ja alueelle laitettiin ihosiirre. Potilaalla diagnosoitiin krooninen säteilyn aiheuttama ihotulehdus/säteilypalovamma (fluoroscapy-induced chronic radiation dermatitis FICRD).

Hashimoton ym. (2008, 704–708) tutkimuksessa potilaalle oli tehty kaksi toimenpidettä vuonna 1997 ja yksi vuonna 2001. Punoitusta ja ihon turvotusta käsivarteen ilmaantui vuoden 1997 toimenpiteiden jälkeen. Oireet paranivat parin viikon kuluessa. 2001 tehdyn toimenpiteen jälkeen oireet pahenivat. Potilas kärsi syvästä haavasta selän oikean puolen lapaluun alapuolella. Oikealla käsivarressa oli syvä haavauma. Säteilypalovammat olivat syviä, aiheuttaen liikerajoituksia oikeaan käsivarren kyyrerniveleen. Potilasta tutkittiin ja hänellä todettiin lihaksen rappeuma oikeassa käsivarressa. Potilaalle tehtiin ihon ja lihaksen siirteet oikeaan käsivarteen. Histologiset tutkimukset paljastivat rappeutuneessa lihaksessa kuoliassa olevia lihaskudoksia.

## 6.2 Deterministisiä haittavaikutuksia aiheuttaneet annokset

Tämän kuvailevan kirjallisuuskatsauksen artikkeleissa 11 potilaalle on aiheutunut deterministisiä haittavaikutuksia. Tutkimuksessa oli myös kolme potilasta, jotka eivät saaneet haittavaikutuksia vaikka annokset olivat kynnysarvon ylittäviä. Kaksi potilasta oli saanut haittavaikutuksia kynnysarvon alle olevalla annoksella. Säteilyannokset olivat 1,1 Gy- 8,43 Gy. Taulukossa 9 ovat potilaskohittaiset annokset, sekä ilmenneet haittavaikutukset.

Säteilypalovamman oli saanut kaksi potilasta, joille oli tehty useampia tutkimuksia. Frazierin ym. (2007, 637–640) potilas oli käynyt 12 kertaa läpivalaisuutkimuksissa, jolloin yhteen laskettu säteilyannos oli 23,935 Gy. Suurin kerta annos oli 8.43 Gy sepelvaltimoiden pallolaajennuksessa. Toimenpide oli kestänyt 168,6 min. Hashimoton ym. (2008, 704–708) tutkimuksessa ei käynyt ilmi potilaan säteilyannokset. Sydämen radiotaajuus katetri ablaatiohoitojen läpivalaisu ajat olivat 143 min., 187 min. ja 226 min. Tutkimuksessa todettiin, että toimenpiteet olivat olleet teknisesti vaikeita.

Rahinin ym. (2011, 178–180) tutkimuksessa potilas sai akuutin säteily sairauksen toimenpiteessä, jossa säteilyannos oli 6.8 Gy ja läpivalaisuajan ollessa yhteensä 56 min 8 sek. Vatsa-aortan aneuryksman stenttigrafitin laittamisessa oli käytetty suurennoskuvausta, joka aiheuttaa annosnopeuden kasvun ja sen vuoksi isomman potilasannoksen.

Moritaken ym. (2011, 2103–2106) tutkimuksessa mitattiin pinta-annos eli entrance surface dose (ESD) potilaan päässä olevan hupun avulla, jossa oli kiinnitettynä pieniä radiofotoluminesenssidosimetrejä (RPLD) reaaliaikaisesti mittaamaan potilaan annoksia. Tutkimuksessa oli mukana 35 potilasta. Potilaille, jotka tutkimuksessa olivat mukana, tehtiin aivoverisuonten aneuryksman embolisaatiohoito. Seitsemän potilaan annos ylitti kynnysarvon 3 Gy epilaatiolle ja kolmella potilaalla ilmeni oireita 3.3 Gy, 3.7 Gy ja 4.0 Gy pinta-annoksilla. Neljä potilasta, joilla kynnysarvo ylittyi, ei tullut oireita. Tutkimuksessa oli yksi potilas, joka sai oireita 1.1 Gy:tn annoksella ja toinen 2.8 Gy:n annoksella, vaikka epilaation kynnysarvona pidetään 3 Gy:tä. Tutkimuksessa mitattiin pinta-annos päässä olevan hupun avulla, jolloin havaittiin joissakin tapauksissa maksimi pinta-annoksen olevan eri kohdassa kuin hiusten epilaatio kohdan.

Tutkimuksessa oli kaksi potilasta, jotka kärsivät hiusten epilaatiosta aivojenverisuonten aneuryksman embolisaatio hoitojen jälkeen. Kumpikaan potilas ei ollut altistunut säteilylle ennen toimenpiteitä. Potilaiden annokset olivat näissä toimenpiteissä 3.38 Gy ja 4.07 Gy. (Nannapaneni ym. (2007,

157–161.) Aivojenverisuonten embolisaatio hoidossa kaksi kertaa käynelle potilaalle aiheutui hius-  
ten väliaikainen epilaatio 4.2 Gy:n ja 1.0 Gy:n annoksilla (Hayakawa ym. (2010, 530–536).

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tässä kirjallisuuskatsauksessa haluttiin vastauksia tutkimuskysymyksiin: millaisia säteilyn aiheuttamia deterministisiä potilashaittoja oli ilmennyt ja minkälaisilla säteilyannoksilla haittoja oli ilmennyt.

### 7.1 Johtopäätökset

Hiustenlähtöä ilmeni kahdeksalla potilaalla, joille oli tehty aivoverisuonten aneuryksman embolisatio toimenpiteen. Säteilyannokset olivat 1.1 Gy: n ja 4.2 Gy:n välillä. Epilaatio oli tapahtunut noin 14 päivän kuluttua toimenpiteistä. Kaikille potilaille oli kasvanut hiukset takaisin. Tutkimuksessa oli myös neljä potilasta, joilla kynnysarvo ylittyi, mutta oireita ei ilmennyt. Kaksi potilaista sai oireita vaikka kynnysarvo ei ylittynyt.

Akuutti säteily sairaus ilmeni yhdellä potilaalla, jolle oli tehty vatsa aortan aneuryksman embolisaatio. Säteilyannos oli 6.8 Gy: tä.

Säteilypalovammoja oli kahdella potilaalla, joille oli tehty useita sydämenläpivalaisututkimuksia ja – toimenpiteitä. Koronaariangioplastian eli sepelvaltimoiden pallolaajennuksen jälkeen ilmenneet vauriot olivat vaatineet iho- ja lihassiirteitä. Korkein säteilyannos yhdestä tutkimuksesta oli 8.42 Gy.

### 7.2 Tulosten tarkastelu

Determinististen haittojen tunnistaminen ja hoito ovat hankalia. Kirjallisuuskatsauksessa Hashimoto ym. (2008, 704–708) ja Frazierin ym. (2007, 637–640) potilaiden oireiden diagnosointi venyi, koska kukaan ei osannut epäillä toimenpideradiologisia tutkimuksia eli säteilyaltisusta oireiden syyksi. Tärkeää olisi potilaiden säteilyhistorian tunteminen. Jos näiden potilaiden kohdalla olisi heti oireiden ilmaannuttua tiedetty oireiden johtuvan säteilystä, olisi ehkä selvitty vähemmillä vaurioilla.

Baltarin ym. (2013, 335–342) mukaan toimenpideradiologiassa yhden läpivalaisutoimenpiteen aikana voi potilaan iho saada saman verran säteilyä, kuin yleisesti yhdestä sädehoidon hoitoannok-

sesta. Sädehoidossa säteilyannokset on suunniteltu tarkkaan lasketuilla annosfraktioilla. Säteilykeila suunnataan eri suunnista potilaan tervettä ihoa säästäen. Tarkkaan valvotusti ja suunniteltuna sädehoito kohdistetaan hoidettavaan kohteeseen. Toimenpideradiologiassa säteilykeila saattaa tulla yhdestä suunnasta koko tutkimuksen ajan, jolloin riski ihonvaurioihin kasvaa. Vaurion lopulliseen ilmentymiseen voi mennä jopa vuosi. Säteilyannoksen seuranta toimenpideradiologiassa onkin välttämätöntä. (Baltar & Miller 2013, 335–338.)

Moritaken ym. (2011, 2103–2106) tutkimuksessa potilaista kaksi saivat deterministisiä haittoja, vaikka säteilyannokset jäivät alle kynnsarvon. Kaikki ihmiset ovat yksilöitä ja näin ollen eri tavalla herkkiä säteilyn haittavaikutuksille. (Paile 2002, 44–46). Tämän vuoksi ei voida vain yksiselitteisesti seurata vain säteilyn kynnsarvoja vaan on mietittävä potilaan tilanne kokonaisuutena. Toimenpideradiologisissa tutkimuksissa olisi tärkeää informoida potilaita säteilyn mahdollisista haittavaikutuksista, vaikka potilaan säteilyannos jäisi alle kynnsarvon. Moritaken ym. (2011, 2103–2106) ja Hayakawan ym. (2010, 530–536) tutkimuksissa potilaan päähän kiinnitettävä dosimetrihattu mittasi aktiivisesti potilaan saamaa säteilyn pinta-annosta aivojenverisuonten toimenpiteissä. Heidän mielestä olisi tärkeää saada tietoa potilaiden saamasta säteilyannoksesta toimenpiteen aikana, koska aivojen alueen tutkimuksista on raportoitu useita ihovaurioita.

Sydämen sepelvaltimoiden tutkimuksissa ja sepelvaltimoiden pallolaajennushoidoissa saattaa sama potilas käydä useita kertoja. Potilaan riski saada säteilyn aiheuttamia deterministisiä haittoja kasvaa, kun sama alue altistetaan säteilylle useammin. Frazierin ym. (2007, 637–640) mukaan sydämen pallolaajennustoimenpiteet ovat toimenpiteitä, joista kroonisia säteilyn ihovaurioita on raportoitu eniten. Tämä johtuu siitä, että säteilykeila on kohdistettu erittäin pienelle alueelle tukkeutuneisiin sepelvaltimoihin. Ukisun ym. (2009, 59–69) tutkimuksessa potilaan yhteenlaskettu säteilyannos oli 58.5 Gy sydämen läpivalaisututkimuksista. Potilaat eivät välttämättä itse edes ymmärrä, että oireet voivat johtua säteilystä eli ovat säteilyn haittavaikutuksia. Huolestuttavaa on, jos potilas ei osaa kertoa hoitavalle lääkärille altistuneensa säteilylle. Hoito saattaa viivästyä, jos ei osata yhdistää esimerkiksi iho-oireita säteilyyn. Frazierin ym. (2007, 637–640) tutkimuksessa potilas, jolla haittoja ilmeni, oli kärsinyt ihon kovasta kivusta ja vaurioista jo kahden vuoden ajan ennen kuin oireiden syyksi epäiltiin säteilyä. Potilaat, jotka ovat käyneet useissa läpivalaisututkimuksissa, ovat haasteellisia, koska toimenpiteen suorittajan pitäisi osata ennakoida, minllaisia haittavaikutuksia potilaalle voi ilmaantua. Tärkeää olisikin, että kaikkien radiologisiin toimenpiteisiin tulevien potilaiden ”säteilyhistoria” olisi tiedossa. (Frazier ym. 2007, 637–640; Hashimoto ym. 2008, 704–708; Balter ym. 2013, 335–342; Ukisu ym. 2009, 59–69.)

Suuren potilasannoksen mahdollisesti aiheuttavia tutkimuksia ovat embolisaatiot, kemoembolisatio, pallolaajennukset- ja stenttauokset vatsan ja lantion alueella, transjugulaarisen intrahepaattinen portosysteeminen sunttin laitto (TIPS), monimutkaiset sappiteiden toimenpiteet ja toimenpideradiologian toimenpiteet (Balter ym. 2013, 335–342). Tässä tutkimuksessa deterministisiä haittoja oli ilmennyt läpivalaisututkimuksissa ja toimenpiteissä, joita olivat aivojenverisuonten aneuryzman embolisaatioissa, vatsa-aortan aneuryzman stenttigraffin laitoissa, sekä sydämenläpivalaisu tutkimuksissa ja toimenpiteissä. (Frazier ym. 2007, 637–640; Hashimoto ym. 2008, 704–708; Moritake ym. 2011, 2103–2106; Nannapaneni ym. 2007, 157–161; Hayakawa ym. 2010, 530–536; Rahimi ym. 2011, 178–180).

Huomioitava on, että deterministisiä haittoja esittelevät artikkelit oli usein julkaistu neurologian tai ihotauteihin erikoistuneissa julkaisuissa. Tästä syystä artikkeleissa ei aina kerrottu tarkasti säteilynkäyttöön liittyviä yksityiskohtia, jotka erityisesti säteilynkäytön ammattilaisia kiinnostaa ja ovat oleellisia haittojen ennaltaehkäisyssä. Hashimoton ym. (2008, 704–708) tutkimuksessa ei kerrottu potilaan pinta-annosta vain toimenpiteiden kestot. Tästä johtuen ei voida tietää minkälaisilla säteilyannoksilla potilaalle oli haittoja ilmennyt. Tutkimus otettiin mukaan katsaukseen, koska artikkeli kertoi säteilyn aiheuttamasta potilashaitasta. Tutkimuksessa olevat yksityiskohtaiset selvitykset, potilaan oireista ja toimenpiteistä olivat tärkeitä ja se ettei artikkelissa kerrota säteilyannosta ei rajaa sitä tästä kirjallisuuskatsauksesta ulos. Tämä tutkimus tuo ilmi, kuinka potilas, joka käy läpi useita säteilylle altistavia toimenpiteitä ja tutkimuksia, voi saada vaikeita säteilyn aiheuttamia deterministisiä haittoja, vaikka toimenpiteessä ei ylitetä haitan kynnyksarvoa. Useat säteilyä käyttävät tutkimukset samalle potilalle aiheuttavat potilaan kumulatiivisen annoksen kasvun korkeaksi.

Radiologisista tutkimuksista ja toimenpiteistä tulee kirjata potilaan saama säteilyannos tarkasti. Vaikka annos olisi pieni yhdestä tutkimuksesta, voivat toistuvat tutkimukset nostaa kumulatiivisen annoksen huomattavaksi. Potilaan ”säteilyhistoria” on tärkeä tietää toimenpideradiologisissa tutkimuksissa, jotta voidaan välttyä vaurioilta. IAEA on kehittänyt Smart cardia eli älykorttia, jonka tarkoituksena on seurata potilaan yksilöllisiä radiologisia tutkimuksia ja annoksia. Näin saadaan tietoon potilaan koko ”säteilyhistoria” ja determinististen haittojen vaara vähenisi. Koska näin potilaan säteilyannoksia voidaan optimoida ja välttää turhia tai toistuvia tutkimuksia. Potilaan itse ei pidä muistaa, mitä tutkimuksia on tehty. Säteilystä aiheutunutta haittaa epäiltäessä kaikki tarvittava tieto olisi älykortilla. Älykorttia on testattu Suomessa, Virossa, Maltalla ja Ruotsissa. (Smart card 2017. viitattu, 23.1.2018.)

### 7.3 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys

Tutkimuseettisen neuvottelukunnan (TENK) mukaan tieteellinen tutkimus on suoritettava hyvän tieteellisen käytännön edellyttämällä tavalla, jolloin tutkimus on eettisesti hyväksyttävä, luotettava ja tulokset uskottavia. Tutkimuseetiikan keskeisiä lähtökohtia ovat, rehellisyys, huolellisuus ja tarkkuus. Nämä arvot ohjaavat tutkijaa tutkimuksen alusta loppuun. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2018, viitattu, 23.1.2018.)

Luotettavuuden ja eettisyyden kannalta on tärkeää, että koko tutkimusprosessi on läpinäkyvä. Kaikki vaiheet ovat kirjattu tarkasti ja tutkimuksen haut ovat toistettavissa. Opinnäytetyössä työn vaiheet kirjattiin tarkasti ja tutkimuksen haut ovat toistettavissa samoilla hakulauseilla ja haun rajauksilla mitkä ovat edellä esitetty. Tutkimusaineiston valinnassa sekä käsittelyssä on oltava oikeudenmukainen, rehellinen ja tasavertainen, joka lisää tutkimuksen luotettavuutta. Luotettavuutta lisää myös tutkimuskysymyksiä selkeys ja teoriaperusteinen asian esittely. Luotettavuuteen vaikuttaa aineistojen analysointi ja johtopäätösten tekeminen. Opinnäytetyön tekemisessä on noudatettu hyviä tieteellisiä käytäntöjä, jotta työ olisi eettisesti luotettava. (ks. Kangasniemi ym. 2013, 296–297.)

Yksin tutkimusta tehtäessä on vaarana, että tuloksissa jää jotain huomaamatta tai päätelmät eivät ole yhdenmukaisia ja selkeitä. Kaikki tutkimusartikkelit olivat englanninkielisiä. Muilla kielillä olevissa artikkeleissa olisi voitu saada lisää vastauksia tutkimuskysymyksiin. Kirjallisuushaussa rajattiin pois maksulliset tutkimukset, sekä tutkimukset, jotka eivät olleet kokonaan saatavilla. Tämä on voinut rajata pois artikkeleja. Tutkimukseen otettiin mukaan vain laadukkaat alkuperäistutkimukset, jotka vastasivat tutkimuskysymyksiin ja täyttivät ennalta asetetut tutkimuksen hakukriteerit. Luotettavuutta tutkimukselle tuo se, että kaksi ihmistä on yhdessä arvioinut artikkeleiden vastaavuutta tutkimuskysymyksiin. Artikkelit valittiin huolella nojaten tutkimuskysymyksiin ja lopullisessa valinnassa apuna oli työn ohjaaja. Olen raportoinut rehellisesti ja tutkimusnäyttöön pohjautuvasti käyttäen lähdeviitteitä, sekä alkuperäislähteitä totuuden mukaisesti viitaten. Tutkimustulokset on esitetty huolellisesti, puolueettomasti ja totuuden mukaisesti. (ks. Kangasniemi ym. 2013, 296–297.)



## 7.4 Omat oppimiskokemukset

Opinnäytetyötä tehdessäni olen oppinut kirjallisuuskatsauksen tutkimusmetodiikasta, tiedonhaku-menetelmistä, sekä tutkimuksen tekemisen haasteista. Kirjallisuuskatsauksen tekoa helpottaa tarkka suunnitelma. Kirjallisuuskatsauksessa ei voi tietää ennakkoon haun vastauksia. Koin petty-myksen tunteita silloin, kun kirjallisuushaut eivät antaneet monipuolisesti vastauksia asettamiini kysymyksiin. Onkin hyvä muistaa, että kirjallisuuskatsausta tehdessä prosessin edetessä voi lopputulos olla erilainen kuin oletti. Haastetta tähän työhön antoi se, että kaikki materiaali oli englanninkielistä. Erityistä tarkkuutta ja huolellisuutta vaati suomentaa ulkomaankielistä tutkimusaineistoa. Suomenkielessä ei ole suoraan vastineita kaikille englanninkielisille sanoille, jotka kuvaavat säteilynhaittoja ja ihovaurioita. Työlästä ja aikaa vievää oli etsiä toimenpiteille ja oireille oikeita suomenkielisiä vastineita. Tutkimusartikkelit luettiin läpi useita kertoja virheiden välttämiseksi. Samalla olen oppinut tieteellisten artikkelien kriittisestä lukemisesta ja suomentamisesta. Haastetta tutkimuksen tekemiseen teki se, ettei aina tutkimusartikkeleiden potilastapauksissa kerrottu tarkasti mitä läpivalaisututkimuksia tai toimenpiteitä potilaalle oli tehty, minkälaisia läpivalaisuajoja ja säteilyannoksia oli tutkimuksissa näille potilaille kertynyt. Mielenkiintoista on ollut syventää omaa osaamistaan ammatillisesti turvallisuus kulttuurista, säteilynhaittavaikutuksista, läpivalaisututkimuksista sekä toimenpiteistä.

## 7.5 Jatkotutkimushaasteet

Mielenkiintoista on, kuinka deterministisiä haittoja oli ilmennyt Moritaken ym. (2011,2106) tutkimuksessa vaikka potilasannokset eivät olleet kynnyсарvoа ylittäneet. Hiusten epilaatioon kynnyсарvo on 3 Gy, kuitenkin tutkimuksessa potilaan säteilyannos oli ollut 1.1 Gy. Tästä huolimatta hiusten epilaatio oli tapahtunut 14 päivää aivoverisuonten aneyrysman embolisaation jälkeen. Lisätutkimusta aiheesta, kuinka paljon deterministisiä haittoja on ilmennyt kynnyсарvon alle olevissa tutkimuksissa, pidän tärkeänä.

Tutkimuksessa ei saatu vastauksia kattavasti erilaisista deterministisistä haitoista. Tässä tutkimuksessa saatiin vastauksia ihovaurioista ja hiusten lähdöstä. Jatkotutkimuksena olisi hyvä tehdä kir-

jallisuuskatsaus, jossa hakulauseet olisivat eritelty determinististen haittojen mukaan. Näin saataisiin laajemmin haku tuloksia. Silmän harmaakaihista sekä sydän- ja verisuoniin liittyvistä vaurioista olisin kaivannut tutkimukseeni artikkeleja, mutta niitä ei käyttämälläni hakulauseilla löytynyt.

## LÄHTEET

Baltar, S. & Miller, D.L.2013. Patient skin reactions from interventional fluoroscopy prosedures, USA, AJR, 202, 335-342.

Eskola, J., Suoranta, J.1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Viitattu 23.1.2018, <https://www-ellibslibrary-com.ezp.oamk.fi:2047/book/978-951-768-035-6>.

European Council Directive 2013/59/EURATOM. Official Journal of the European Union. L 13/1. Viitattu 1.2.2018. <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/CELEX-32013L0059-EN-TXT.pdf>

Frazier, T. H., Richardson, J.B., Fabre, V.C. & Callen, J.P.2007. Fluoroscopy-Induced Chronic Radiation Skin Injury A Disease Perhaps Often Overlooked, USA, Arch Dermatol, 143, 637–640.

Hashimoto, I., Sedo, H., Inatsugi, K., Nakanishi, H. & Arase, S.2008. Severe radiation-induced injury after cardiac catheter ablation: A case requiring free anterolateral thigh flap and vastus lateralis muscle flap reconstruction on the upper arm, Japan, Journal of Plastic, 61, 704–708.

Hayakawa, M., Moritake, T., Kataoka, F., Takigawa, T., Koguchi, Y., Miamoto, Y., Akahane, K. & Matsamuru Y.2010. Direct measurement of patient's entrance skin dose during neurointerventional procedure to avoid futher radiation-induced skin injuries, Japan, Clical Neurology and Neurosurgery, 112, 530–536.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13. osin uudistettu painos. Helsinki: Tammi.

ICRP publication 120. Radiological Protection in Cardiology. 2013. ICRP Publication 120. Ann. ICRP 42(1).

Ihovaurioita radiologisista toimenpiteistä.1996. Stuk tiedottaa 4/96.

Kananen, J. 2014. Laadullinen tutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Jyväskylä.

Kangasniemi, M., Utriainen, K., Ahonen, S-M., Pietilä, A-M., Jääskeläinen, P &, Liikanen, E. 2012. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsennettyyn tietoon. *Hoitotiede*. 2013, 25 (4), 291–301.

Killewich, L.A., Falls, G., Mastracci, T.M. & Brown, K.2011. Factors affecting radiation injury, USA, *J vasc Surg*, 53, 9-14.

Moritake, T., Hayakawa, M., Matsumaru, Y., Takigawa, T., Koguchi, Y., Miyamoto, Y., Mizuno, Y., Chida, K., Akahane, K., Tsuboi, K., Sakae, T. & Sakurai, H.2011. Precise mapping system of entrance skin dose during endovascular embolization for cerebral aneurysm, Japan, *Radiation Measurements*, 46, 2103–2106.

Nannapaneni, R., Behari, S., Mendelow, D. & Gholkar, A. 2007. Temporary alopecia after subarachnoid haemorrhage, UK, *Journal of Clinical Neuroscience*, 14, 157–161.

Paile, W.2002. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja, osa 3: Säteilyn haittavaikutuksien luokittelu; osa 4: Säteilyvammat. Säteilyturvakeskus. Helsinki. 44–62.

Rahimi, S.A., Coyle, B.V., Vogel, T.R., Haser, P.B. & Graham, A.M. 2011. Acute Radiation Syndrome after Endovascular AAA Repair, *Vascular and Endovascular Surgery*, 45 (2), 178–180.

Röntgenhoitajan ammattietiikka 2000. Röntgenhoitajan eettiset ohjeet. Viitattu 11.1.2018, <https://sorf.fi/doc/eettisetohjeet.pdf>.

Salminen, A., mikä kirjallisuuskatsaus. 2011. Viitattu 9.2.2017, [http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn\\_978-952-476-349-3.pdf](http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf).

Smart Card 2017. IAEA. Viitattu, 23.1.2018 <https://www.iaea.org/resources/rpop/resources/smart-card>

Suomen kardiologinen seura, kuvantamisen jaos 2016. Viitattu 25.5.2016, [http://www.fincardio.fi/toiminta/jaokset/sydamen\\_kuvantamisen\\_jaos/](http://www.fincardio.fi/toiminta/jaokset/sydamen_kuvantamisen_jaos/)

Statement on Tissue Reactions 2017. ICRP. Viitattu 11.1.2018, [http://www.icrp.org/docs/2011 %20Seoul.pdf](http://www.icrp.org/docs/2011%20Seoul.pdf).

Säteilyn terveysvaikutukset 2007. Säteily- ja ydinturvallisuuskatsauksia. Säteilyturvakeskus. Viitattu 14.12.2017; 9.2.2017; 20.10.2016. <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/125172/katsaus-sateilyn-terveysvaikutukset-8-2009.pdf?sequence=1>

Säteilyannoksista, Säteilyturvakeskus 2016. Viitattu 19.10.2016, [http://www.stuk.fi/web/selkosivut/sateilyvaara-ja suojautuminen/esimerkkeja-sateilyannoksista](http://www.stuk.fi/web/selkosivut/sateilyvaara-ja-suojautuminen/esimerkkeja-sateilyannoksista)

Säteilysuojelun perussuositukset 2007. Säteilyturvakeskus. 2009. Helsinki. 18–86.

Säteilyn käytön poikkeavat tapahtumat 2017. Säteilyturvakeskus. Viitattu 9.2.2017, <http://www.stuk.fi/stuk-valvoo/sateilyn-kayttajalle/poikkeavat-tapahtumat/toiminta-poikkeavissa-tapahtumissa>.

Säteilyasetus 2018. Finlex. Viitattu 11.1.2018, <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1991/19911512#L4P17>.

Säteilyturvallisuus työpaikalla 2009. Säteilyturvakeskus. Viitattu 1.2.2018, <https://www.stuklex.fi/fi/ohje/ST1-6>.

Technical Meeting on Preventing Unintended and Accidental Medical Exposures in Radiology 2017. IAEA. Viitattu 11.4.2017 <https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content/Documents/Whitepapers/2017-3-TM-summary-report.pdf>.

Terveydenhuollon yhteinen arvopohja 2014. Yhteiset tavoitteet ja periaatteet. ETENE-julkaisuja 1. Viitattu 15.10.2014, [http://www.etene.fi/c/document\\_library/get\\_file?folderId=17185&name=DLFE-543.pdf](http://www.etene.fi/c/document_library/get_file?folderId=17185&name=DLFE-543.pdf).

Tsapaki, V., Ahmed, N., AlSuwaidi, J.S., Beganovic, A., Benider, A., BenOmrane, A., Borisova, R., Economides, S., El-Nachef, L., Faj, D., Hovhannesyan, A., Kharita, M.H., Khelassi-Toutaoui, N., Manatrakul, N., Mirsaidov, I., Shaaban, M., Ursulean, I., Wambani, J.S., Zaman, A., Ziliukas, J., Zontar, D. & Rehani, M. 2009. Radiation Exposure to Patients During Interventional Procedures in

20 Countries: Initial IAEA Project Results, American Journal of Roentgenology, August 2009, Volume 193, Number 2, 559–569.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2018. Hyvä tieteellinen käytäntö. Viitattu, 23.1.2018, <http://www.tenk.fi/fi/hyva-tieteellinen-kaytando>.

Työ ja hyvinvoinninlaitos 2016a. Ikäjakama väestössä. Viitattu 25.5.2016, <https://www.thl.fi/fi/web/ikaantyminen/ikapoliitikka-ja-palvelujarjestelma/vaestorakenteen-muutos>.

Työ ja hyvinvoinninlaitos 2016b. Sydän-ja verisuonitautien yleisyys. Viitattu 20.10.2016, <https://www.thl.fi/fi/web/kansantaudit/sydan-ja-verisuonitaudit/sydan-ja-verisuonitautien-yleisyys>.

Ukisu, R., Kushihashi, T. & Soh, I. 2009. Skin injuries caused by fluoroscopically guided interventional procedures: case-based review and self-assessment module, AJR, 193,59–69.

Vano, E., Miller, D.L. & Dauer, L.2013. Implications in medical imaging of the new ICRP thresholds for tissue reactions. ICRP.

What can radiation do?2017.power point esitys. IAEA. viitattu 10.4.2017 <https://www.iaea.org/>.

Aineisto	Tehty kuvantamistutkimus	Potilas oireet	Säteilynkäyttö
Rahimi S. ym	munuaisen alapuolisen vatsa-aortan aneuryksman hoito läpivalaisussa	Vatsakipua, pahoinvointia, ripuli, ihon punoitus. Oireet korjaantuivat itsestään.	Läpivalaisuaika 56 min 8 sek, 6,8 Gy, suurennusta käytetty läpivalaistessa
Frazier T. ym	12 sydämen läpivalaisututkimusta	Koko lapaluun alueella oleva säteilyn aiheuttama krooninen ihotulehdus. Kutina, arkuus, kipu, verisuonitettu luomimainen alue. Kahden vuoden seurannassa kovettunut ja haavainen muutos. Vaurioitunut iho oli poistettu ja ihosiirto alueelle tehty.	23.935 Gy sädeannos 12:sta sydämen läpivalaisu tutkimuksesta. Pisin tutkimus oli kestänyt 168.6 min koronaariangioplastia eli sepelvaltimoiden pallolaajennus (PTCA). Jossa annos 8.43 Gy.
Moritake T. ym	ESD mittaaminen dosimetrihupulla joka on potilaalla päässä, aivojenverisuonten aneuryksman hoidossa läpivalaisussa.	Väliaikeinen karvojen epilaatio. 35 tutkimusta joissa 5:lle epilaatio läpivalaisualueella.	7:n potilasta ylitti 3 Gy kynnyksarvon, joista kolmelle ilmeni väliaikeinen karvojen lähtö. Kaksi potilasta ei ylittänyt kynnyksarvoa (annos 1.1 Gy), mutta epilaatio tapahtui. Toisella epilaatio kohta ei ollut sama kuin maksimi ESD annosmittaus kohta.
Hashimoto I. ym	Sydämen radio- taajuuskatetriablaatiohoito läpivalaisussa	Syvät haavaumat selkään, oikeaan käsivarteen, liikerajotuksia oikeassa kynnervarren hermossa. Lihaksen rapaumat oikeassa käsivarressa. Potilas tarvitsi ihon ja lihaksen siirteet.	Potilas kävi kolmannassa sydämen läpivalaisututkimuksessa. 1997 kaksi tutkimusta ja 2001 yksi tutkimus. Läpivalaisuaikat 143,187 ja 226min.
Nannapaneni R.	Aivojeverisuonten aneuryksman hoito läpivalaisussa	Pään alueella väliaikainen hiustenlähtö. Hiukset lähtivät kummassakin potilastapauksessa 1kk päästä toimenpiteestä. Hiukset kasvoivat takaisin 6kk kuluttua.	1. potilaan sädeannos 3.38 Gy. 2. potilaan sädeannos 4.07 Gy.

---

Hayakawa M., Moritake T., Kataoka F., Takigawa T., Koguchi Y., Miamoto Y., Akahane K., Matsamuru Y.,	Aivojenverisuonten anyerysman embolisaatio	Säteilykeilan alueelle väliaikainen hiusten lähtö 1. toimenpiteen jälkeen.	Kaksi toimenpidettä, 1. 4.2 Gy 2. 1.0 Gy
--	--	--	--

---